

Nilsson S., Shvidenko A., Stolbovoi V., Gluck M., Jonas M., Obersteiner M. Full Carbon Account for Russia. 2006. Forthcoming IIASA Interim Report IR. 00-021. International Institute for Applied Systems Analysis Publ. Laxenburg.

Weedon J. T., Cornwell W. K., Cornelissen J. H. C., Zanne A. E., Wirth C., Coomes D. A. Global meta-analysis of wood decomposition rates: a role for trait variation among tree species? Ecology Letters. 2009. Vol. 12. P. 45–56.

Yatskov M., Harmon M. E., Krankina O. N. A chronosequence of wood decomposition in the boreal forests of Russia. Can. J. For. Res. 2003. Vol. 33. P. 1211–1226.

ВЛИЯНИЕ ПОДПОЛОВОЙ КУЛЬТУРЫ ЕЛИ НА ПЛОДОНОШЕНИЕ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ

Шубин В. И.

Институт леса КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», forest@krc.karelia.ru

В таежной зоне при ведении хозяйства в березняках является наиболее продуктивным выращивание березово-еловых насаждений с раздельной рубкой березы и ели. Нами изучались особенности плодоношения макромицетов в чистых березняках разнотравных и при создании в них культур ели. Сведений о влиянии ели, растущей под пологом березы, на плодоношении съедобных грибов мы не встречали.

Березняки разнотравные сформировались естественным путем в 40-х годах XX века на заброшенных пахотных землях. Почва – подзол гумусовый железистый супесчаный, среднеобеспеченная основными элементами питания. Состав древостоя 10 Б, IV класса возраста, средний диаметр на высоте 1,3 м – 7,2 см, средняя высота – 12,8 м.

Весной 1985 г. на половине участка размером 20 × 30 м были высажены четырехлетние саженцы ели с комом земли. Расстояние между саженцами 2 м. макромицеты собирали в 1985–2011 гг. с июля по октябрь, определяя их массу в свежем состоянии.

В табл. 1 приведены данные об общих урожаях макромицетов, в том числе эктомикоризных грибов (ЭМГ) из них двух видов нитрофилов за периоды и все время наблюдений. Посадка ели ослабила плодоношение макромицетов, среди которых абсолютное доминирование принадлежит ЭМГ. Наиболее высокие урожаи ЭМГ на обоих участках отмечены в 10 первых лет наблюдений. В эти годы отмечены более высокие урожаи нитрофила *Amanita muscaria* (L) Lam, что свидетельствует о более высоком содержании в почве подвижного азота.

Посадка ели вызвала плодоношение *Paxillus involutus*, карпофоры которого появились в год посадки и только около посадочных мест. Очевидно, что появление *P. involutus* через 2 месяца после посадки ели свидетельствует о том, что его мицелий и образованные им у березы эктомикоризы уже имелись, но не хватало подвижного азота и углеводов для образования карпофоров. При подготовке посадочных мест и посадке ели повреждался мицелий грибов, а в местах заживления мицелия усиливаются процессы метаболизма с выделением в почву основных элементов питания. При повышении в почве подвижного азота ЭМГ воздействуют на древесные растения ауксинами, стимулируя накопление простых углеводов и поступление их в корни для использования. Среди ЭМГ нитрофилов *P. involutus* отличается уникальной способностью образовывать обильный мицелий, создавая дефицит углеводов, ограничивающий плодоношение других ЭМГ, включая нитрофилов. У *A. muscaria* мицелий слабо развит и его плодоношение не ограничивает плодоношение других ЭМГ, и симбионт основных лесобразующих древесных пород таежной зоны, что позволяет использовать его в качестве биоиндикатора изменения содержания в почве подвижного азота (Шубин, 2005).

В табл. 2 приведены данные о сопряженности общих урожаев ЭМГ с урожаями *A. muscaria* в первые 10 лет наблюдений. В эти годы после слабоурожайного 1986 г. из-за засушливого лета отмечено стабильное плодоношение на высоком уровне, значительно выше среднего урожая за 1985–2011 гг., в течение 7 лет при относительно благоприятных погодных условиях. Сопряженность урожаев ЭМГ с плодоношением *A. muscaria* свидетельствует о том, что при больших урожаях содержание в почве подвижного азота увеличивается. Очевидно, оно вызвано в основном, как и при посадке ели, повреждением мицелия в лесной подстилке и при извлечении грибов во время их сбора. Причем, чем больше урожай съедобных грибов, тем больше повреждается мицелий.

Важно отметить, что наблюдаемое увеличение урожаев ЭМГ в течение 7 лет при сборе грибов происходит только на богатых гумусом почвах, который ЭМГ могут использовать для древесных растений и на плодоношение при повышенном содержании в почве подвижного азота. После максимальных урожаев ЭМГ в 2003 г. на обоих участках урожаи в 2004 г. были значительно ниже среднего, а в последующие годы очень низкими. Очевидно, к этому времени содержание гумуса значительно снизилось из-за использования древостоем. Максимальные урожаи макромицетов в 2003 г. можно объяснить накоплением в почве подвижного азота из-за ограничения его использования растениями при дефиците воды в засушливый предыдущий год и в засушливый период перед выпадением осадков в августе 2003 г. О накоплении в почве азота свидетельствуют высокие урожаи *A. muscaria*.

Таблица 1. Влияние подпологовой культуры ели на урожай макромицетов и нитрофилов

Грибы	Связи	Варианты	Средние урожаи (кг/га) за периоды					
			1985–1989	1990–1994	1995–1999	2000–2004	2005–2011	1985–2011
Всего макромицетов	–	1	426	393	106	215	75	230
		2	365	342	94	193	60	200
Из них эктомиокоризные	–	1	379	387	104	210	74	223
		2	323	329	92	191	59	188
из них нитрофилов: <i>Amanita muscaria</i>	Б, Е, С и др.	1	25,1	14,2	6,0	10,7	2,0	10,9
		2	17,9	18,6	8,6	42,9	2,2	16,8
<i>Paxillus involutus</i>	Б, Е, С и др.	1	0,1	0,3	0	0,3	0,3	0,2
		2	4,5	8,7	0,2	0,8	1,1	2,9

Примечание. Варианты – 1 чистый березняк и 2 березняк с посадкой ели. Связи ЭМГ с березой (Б), елью (Е) и сосной (С).

По наблюдениям Б. П. Василькова (1963), аналогичные условия важны для плодоношения съедобных грибов и зависят от урожая в предыдущем году и очень благоприятное влияние на плодоношение грибов оказывает сухая погода перед выпадением осадков в августе. Он считал, что размер урожаев зависит от развития грибницы, которая истощается при высоких урожаях и необходимо время для ее восстановления. О положительном влиянии сбора грибов на их плодоношение известно давно, но пока нет единого мнения о причине такого влияния (Шубин, 2008).

Таблица 2. Сопряженность общих урожаев с урожаем нитрофила *A. muscaria* в березняке

Годы										г
1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	
Общий урожай (кг/га)										
543	89	553	531	410	291	532	507	366	270	0,75
<i>Amanita muscaria</i> (кг/га)										
37	16	23	29	21	4	20	32	5	0	

Примечание. Статистическая обработка в «Статистика 6.0» с использованием непараметрического коэффициента корреляции Спирмена. Отмеченные значения коэффициента корреляции значимы при $p < 0,05$.

В таблице 3 представлены данные о влиянии культур ели на плодоношение съедобных грибов.

Видовой состав съедобных ЭМГ на обоих участках одинаков, но общие урожаи за период наблюдений оказались ниже на участке с посадкой ели. Связано это в основном из-за ослабления плодоношения после посадки ели моновалентных *B. betulicola*, *L. torminosus* и *L. scabrum* – симбионтов только березы. Из них самые высокие урожаи отмечены в березняке без ели у *L. torminosus* – 171, 140 и 109 кг/га в 1985, 1987 и 1989 г., у *B. betulicola* – 38, 66 и 109 кг/га в 1985, 1991 и 2003 г. и у *L. scabrum* – 41, 38 и 76 кг/га в 1990, 1991 и 2003 г. соответственно. Почти во все годы, кроме 1987 и 1990 г., общие урожаи макромицетов превышали 500 кг/га.

Остальные съедобные ЭМГ на обоих участках относятся к поливалентным видам и образуют эктомикоризы с двумя или тремя древесными породами. Связь поливалентных ЭМГ с несколькими древесными породами обеспечивает им более высокую конкурентную способность в получении углеводов, по сравнению с моновалентными ЭМГ.

Среди малоизвестных съедобных грибов абсолютное доминирование принадлежит *L. aurantiacus* с одинаковым средним урожаем на обоих участках. На участке без ели его высокие урожаи 78, 168 и 56 кг/га наблюдались в 1992, 2003 и 2008 г. соответственно. Из них 1992 и 2003 г. с очень высокими, а 2008 – ниже среднего урожаями макрOMICETОВ.

Таблица 3. Влияние культуры ели на плодоношение съедобных грибов

Грибы	Связи	Варианты	Средние урожаи (кг/га) за периоды					
			1985–1989	1990–1994	1995–1999	2000–2004	2005–2011	1985–2011
Всего съедобных	–	1	339	312	84	165	65	183
		2	274	263	86	131	41	150
из них хорошо известные: <i>Boletus edulis</i> Bull.	Б	1	16,9	26,1	8,4	36,0	13,8	19,8
		2	16,6	9,6	3,0	13,2	2,9	8,6
<i>Lactarius trivialis</i> (Fr.) Fr.	Б, Е, С	1	0,04	0,04	0	0,8	0	0,2
		2	9,3	8,5	3,8	4,3	1,7	5,3
<i>L. torminosus</i> (Schaeff.) Gray	Б	1	108,1	45,6	6,0	3,1	0,6	30,3
		2	13,3	10,1	0,4	4,3	1,8	5,7
<i>Leccinum scabrum</i> (Bull.) Gray	Б	1	1,9	26,1	11,5	19,3	5,3	12,3
		2	9,5	8,1	7,8	20,6	1,3	8,9
<i>L. versipelle</i> (Fr. & Hök) Snell	Б, Е, С	1	0	1,7	2,2	1,1	1,3	1,3
		2	0,7	19,8	21,3	3,9	3,5	9,2
<i>Russula</i> spp.	–	1	150,6	140,8	33,0	34,0	6,2	67,9
		2	140,9	111,0	17,6	17,4	4,1	54,0
<i>R. claroflava</i> Grove	Б, С	1	0,1	0,3	0,5	4,6	1,1	1,3
		2	0	0,4	3,5	1,1	0,9	1,2
<i>R. aeruginea</i> Lindblad ex Fr.	Б, С	1	70,3	27,0	2,9	3,5	0,1	19,2
		2	84,9	51,7	5,1	4,8	0,1	27,1
<i>R. xerampelina</i> (Schaeff.) Fr.	Б, Е, С	1	80,2	113,5	12,3	13,1	3,9	41,6
		2	56,0	58,9	8,9	11,5	3,6	25,8
Всего хорошо известных	–	1	278	240	61	94	27	128
		2	181	151	50	59	14	85
Малоизвестные: <i>Clitocybe nebularis</i> (Batsch) P. Kumm.	Б, С	1	1,3	0,2	0,4	3,7	1,0	1,3
		2	3,6	0,4	0	1,7	0,9	1,3
<i>Cortinarius albobolaceus</i> (Pers.) Fr.	Б, С	1	4,9	4,3	3,4	2,3	3,0	3,5
		2	9,6	15,2	4,1	11,3	5,7	8,4
<i>C. armillatus</i> (Fr.) Fr.	Б, С	1	0,4	0,8	0,3	2,2	6,4	2,3
		2	0,5	5,6	0,4	6,0	5,3	3,7
<i>C. mucosus</i> (Bull.) J. Kickx f.	Б, С	1	6,3	0,7	0,3	0,7	5,6	2,9
		2	11,9	5,1	1,8	0,7	0	3,6
<i>C. caperatus</i> (Pers.) Fr.	Б, Е, С	1	0	0,1	0,5	1,2	0	0,3
		2	0,7	1,4	0,8	3,9	0,5	1,4
<i>Lactarius aurantiacus</i> (Pers.) Gray	Б, Е	1	27,0	30,9	11,9	42,8	14,9	24,7
		2	26,1	43,1	10,3	36,7	13,0	24,8
<i>L. vietus</i> (Fr.) Fr.	Б, С	1	13,2	30,2	3,7	1,2	0,1	8,9
		2	7,9	17,7	1,3	1,1	0,1	5,2
Всего малоизвестных	–	1	61	71	21	58	32	47
		2	91	104	23	67	28	60
Прочие	–	1	1,1	0,4	1,5	13,5	5,0	4,4
		2	2,9	8,8	12,6	4,0	0	5,2

Примечание. Варианты и связи по табл. 1.

Таким образом, посадка ели вызвала плодоношение *P. involutus* и усилила плодоношение *A. muscaria* за счет обогащения почвы подвижным азотом. Установлена сопряженность общих урожаев макрOMICETОВ с урожаем *A. muscaria*.

При посадке ели состав съедобных грибов, состоящий только из эктомикоризных видов, не изменился. Среди них доминировали поливалентные виды. Из моновалентных видов на обоих участках встречались три вида симбионтов березы. Их плодоношение ослабло на участке с елью, уменьшив на нем, в основном, общий урожай съедобных грибов.

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (Институт леса КарНЦ РАН).

Литература

- Васильков Б. П. Съедобные и ядовитые грибы. Л., 1963. 45 с.
- Шубин В. И. Эктомикоризные грибы в визуальной биодиагностике среды лесных биогеоценозов // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Матер. 6-й Междунар. конф. М. – Петрозаводск, 2005. С. 367–372.
- Шубин В. И. О влиянии сбора грибов на их плодоношение // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века: Матер. всерос. конф. Ч. 2. Петрозаводск, 2008. С. 170–173.

ГРИБНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТРОПА – ПОКАЗАТЕЛЬ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ГОРОДСКИХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Юпина Г. А., Потапов К. О.

Казанский (Приволжский) Федеральный университет, galina-yupina@mail.ru

Одной из наиболее острых проблем современности является сохранение биологического разнообразия живых организмов, так как постоянное ухудшение экологической обстановки способствует тому, что многие виды и роды, а иногда и более крупные таксономические группы оказываются на грани исчезновения (Косолапов, 2008).

Большое значение в сохранении биоразнообразия живых организмов оказывает воспитание экологического мировоззрения и бережного отношения к природе. Особенно это актуально для городских территорий, где лесные массивы являются резерватами биологического разнообразия. Экологическая тропа – это разновидность организованного информационного туристического маршрута в природе с целью экологического просвещения и природоохранного воспитания (Тропа в гармонии с природой, 2005).

Целью наших исследований явилось создание прогулочно-познавательной грибной экологической тропы на территории Горкинско-Ометьевского леса г. Казани.

В задачи исследований входило:

- определение критериев выбора маршрута тропы,
- проведение натурных исследований по изучению видового состава грибов,
- создание концепции грибной экологической тропы,
- создание проекта грибной экологической тропы.

Горкинско-Ометьевский лес г. Казани относится к лесопарковой зоне города. Территориально выделяют два участка – Ометьевский лес (площадью 43 га) и Горкинский лес (площадью 26 га). В настоящее время это особо охраняемые природные территории.

Растительность двух названных лесопарковых участков представлена широколиственными лесами – липняками и дубравами сныте-пролесниковыми и волосисто-осоково-пролесниковыми. Зеленых массив широко используется в целях рекреации.

Одним из основных компонентов лесного массива являются грибы. Они полностью зависят от леса, но и сами оказывают на лес огромное влияние – это структурное и функциональное взаимодействие с лесными сообществами, поддержание баланса в лесном биогеоценозе (Стороженко, 2013).

Кроме того, располагая данными о биоразнообразии микобиоты природной территории (лесной массив, зеленая зона, особо охраняемая природная территория) можно организовать туристические экологические маршруты для ознакомления туристов с грибами, их демонстрацией, сопровождающейся рассказом о роли данной группы живых организмов.

Грибы обратили на себя внимание в силу следующих обстоятельств:

- широкого распространения в природе,
- многообразия форм плодовых тел и их различной окраски,
- достаточной доступности для обзора.

На основании проведенных исследований в дубраве сныте-пролесниковой Ометьевского леса было выявлено 66 видов грибов, относящихся к 54 родам, 7 семействам, 9 порядкам.

Ведущими по числу видов являются порядок Polyporales (26 видов), порядок Agaricales (16 видов), в остальные порядки входят от 2 до 9 видов грибов. Наибольшее число родов отмечено